

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

LUTSK NATIONAL
TECHNICAL UNIVERSITY

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ
ТА ТРАНСПОРТІ**

**ADVANCES
IN
MECHANICAL ENGINEERING
AND TRANSPORT**

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC JOURNAL

ISSN 2313-5425

№1 (18)

2022

ЛУЦЬК LUTSK

УДК 656.13+621.43+681.518
UDC 656.13+621.43+681.518

Грицук І.В.¹, Волков В.П.², Маяк М.М.³, Український С.О.⁴, Володарець М.В.⁴, Волкова Т.В.², Рижова В.Ю.⁵

¹ Херсонська державна морська академія

² Харківський національний автомобільно-дорожній університет

³ Луцький національний технічний університет

⁴ ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

⁵ Міжнародний технологічний університет "Миколаївська політехніка"

ФОРМУВАННЯ МЕТОДУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ І КЕРУВАННЯ ПАЛИВНОЮ ЕКОНОМІЧНІСТЮ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ У ЗМІННИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В статті розглянуто сучасний підхід до формування методу забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу у змінних умовах експлуатації. Дослідження проведено на основі системного підходу. В основу системного підходу для теоретичних досліджень використовувались наступні методи і положення з теорії автомобіля, теорії автомобільних двигунів, методи теоретичних досліджень динаміки автомобілів, розрахунку нормативної витрати палива, методи морфологічного аналізу, теорії множин, математичної статистики, теорії інформації тощо. Експериментальні дослідження, за положеннями системного підходу, виконувались із застосуванням методів планування експерименту і статистичної обробки отриманих результатів, що базуються на теорії похибок та невизначеності вимірювань, дорожніх випробувань ТЗ в умовах експлуатації.

Метою роботи є розробка сучасного методу і засобів його реалізації, що дозволяє дистанційно здійснювати нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу у змінних умовах експлуатації.

Запропоновано загальний підхід до формування методу забезпечення нормування показників і паливної економічності транспортного засобу категорії у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Розглянуті основні складові забезпечення розробленого методу, серед них проведення морфологічного аналізу, створення структурно-логічної схеми системного вирішення задач забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю ТЗ і розробка безпосередньо методу дослідження і нормування показників та паливної економічності ТЗ у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Реалізацію запропонованого методу показана на прикладі транспортних засобів категорії N3.

В кінцевому підсумку зроблений висновок, що загальний підхід до формування методу забезпечення нормування показників і паливної економічності транспортного засобу категорії у змінних умовах експлуатації добре реалізується засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем.

Ключові слова: транспортний засіб, нормування, показник, витрата палива, швидкість, умови експлуатації, моніторинг

ВСТУП

Достатньо багато уваги в практиці експлуатації транспортних засобів в Україні приділяється визначенню і отриманню параметрів витрати палива, забезпеченню нормування показників і технічного стану та швидкості руху транспортних засобів (ТЗ). При цьому, широко автоматизоване дистанційне поєднання оперативного нормування показників, контролю витрати палива і забезпечення паливної економічності ТЗ в одночасній реалізації за умовами експлуатації, технічним станом, режимами роботи операторів, їх фізичним станом тощо ще не здійснювалось. Без точної інформації про витрату палива та швидкість руху ТЗ важко проаналізувати зміну робочих параметрів транспортного засобу і здійснювати забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу. Як правило, технічні служби автопідприємств і транспортних компаній отримують вказану інформацію поступово, зі значним запізненням. Тому в практиці експлуатації транспортні компанії використовують лише окремі показники своєї роботи у поєднанні з відповідними параметрами транспортного засобу. Спостереження та аналіз показників нормування, паливної економічності і швидкісного режиму в реальних експлуатаційних умовах здійснюється вже після повернення транспортного засобу. Практика експлуатації транспортного засобу вимагає забезпечення раціональної витрати палива та параметрів стану транспортного засобу з урахуванням відповідних умов експлуатації, отриманих шляхом дистанційного оперативного контролю. Таким чином, тематика статті присвяченої формуванню методу забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу у змінних умовах експлуатації є актуальною та має вагомe значення для підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Метою роботи є розробка сучасного методу і засобів його реалізації, що дозволяє дистанційно здійснювати нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу у змінних умовах експлуатації

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Вирішення науково-прикладної задачі забезпечення нормування показників експлуатації і підвищення паливної економічності транспортних засобів шляхом використання оперативного моніторингу, контролю витрати палива і засобів інтелектуальних транспортних систем, рекомендується здійснювати на основі загальноприйнятої методології проведення наукових досліджень на транспорті [1-3]. Для вирішення поставлених завдань дослідження у якості методологічної основи використовувалася системний підхід. Системністю у дослідженні, за різними джерелами, прийнято називати сукупність взаємопов'язаних елементів, які взаємодіють між собою для досягнення поставленої мети [2, 4]. В основу системного підходу для теоретичних досліджень використовувались наступні методи і положення з теорії автомобіля, теорії автомобільних двигунів, методи теоретичних досліджень динаміки автомобілів, розрахунку нормативної витрати палива, методи морфологічного аналізу, теорії множин, математичної статистики, теорії інформації тощо. Експериментальні дослідження, за положеннями системного підходу, виконувались із застосуванням методів планування експерименту і статистичної обробки отриманих результатів, що базуються на теорії похибок та невизначеності вимірювань, дорожніх випробувань ТЗ в умовах експлуатації.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Загальний підхід до формування методу забезпечення нормування показників і паливної економічності транспортного засобу категорії у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем включає в себе декілька основних етапів. Серед них проведення морфологічного аналізу, створення структурно-логічної схеми системного вирішення задач забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю ТЗ і розробка безпосередньо методу дослідження і нормування показників та паливної економічності ТЗ у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Реалізацію запропонованого методу покажемо на прикладі транспортних засобів категорії N₃.

Систематизація схем варіантів забезпечення нормування показників експлуатації і підвищення паливної економічності ТЗ. Реалізацію запропонованого методу відповідно до методики наукового дослідження систематизовано у вигляді можливих варіантів забезпечення нормування показників і системи контролю і управління витратою палива транспортними засобами категорії N₃ на основі методу морфологічного аналізу (табл. 2.1).

Метод формування морфологічної матриці – технічна система, яка досліджується, ділиться на основні функціональні елементи (морфологічні ознаки), характерні для неї. Кожен з цих елементів (ознак) потрібно докладним чином описати за допомогою наведених ознак у технічному вираженні у різних варіантах [3, 5, 6].

При цьому для того, щоб досягнути основну мету функціонування системи в умовах експлуатації необхідно точна характеристика режимів роботи системи, взаємодій вузлів та механізмів і таке інше за допомогою кожної морфологічної ознаки, виділені основні функціональні елементи та їх складові (табл. 2.1): оснащення ТЗ засобами для забезпечення оперативного нормування і контролю та управління витратою палива і оснащення інфраструктури засобами для забезпечення оперативного контролю і управління [1 - 5].

Було складено перелік варіантів (від 2 до 7) технічної реалізації для 11-и основних морфологічних ознак функціональних елементів системи, від яких залежить досягнення цілей її функціонування в цілому. Кожна з вказаних морфологічних ознак характеризується функцією, конструктивним рішенням або системою, режимом роботи та станом системи, формою взаємодії складових системи, від яких залежить вибір можливого вирішення задачі оперативного контролю, нормування показників і управління витратою палива ТЗ.

Таблиця 2.1 – Морфологічна матриця елементів системної взаємодії можливих схем варіантів підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N₃ у взаємодії з інфраструктурою

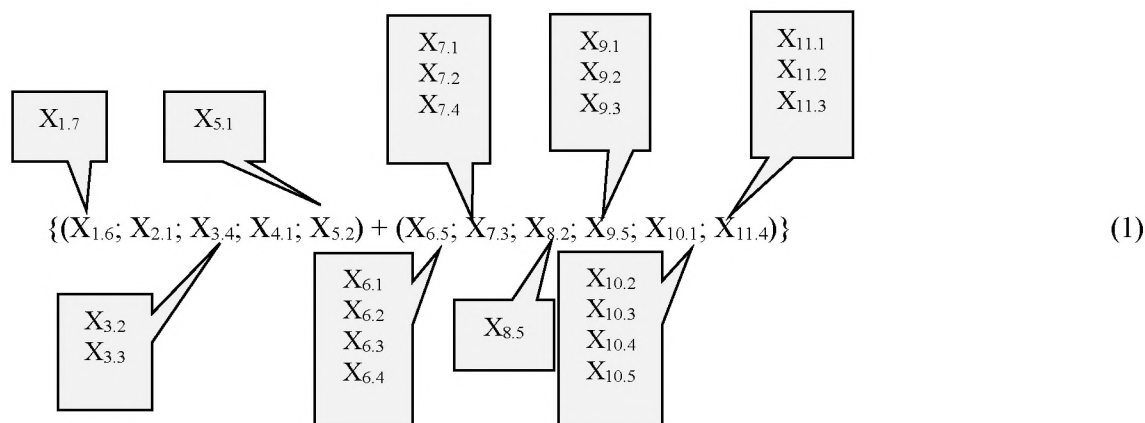
Оснащення ТЗ засобами для забезпечення оперативного контролю і управління витратою палива	1. Повна маса	1.1. До 1,2 т.	1.2. Від 1,2 до 2,0 т.	1.3. Від 2,0 до 8,0 т.	1.4. Від 8,0 до 14,0 т.	1.5. Від 14,0 до 20,0 т.	1.6. Від 20,0 до 40,0 т.	1.7. Більше 40,0 т.	
	2. Наявність в ТЗ OBD-рознімання	2.1. ТЗ обладнаний OBD-розніманням			2.2. ТЗ не обладнаний OBD-розніманням				
	3. Засоби моніторингу параметрів стану ТЗ	3.1. Штатне обладнання для моніторингу параметрів стану ТЗ	3.2. Трекер-комунікатор для моніторингу параметрів стану ТЗ		3.3. OBD – сканер для моніторингу параметрів стану ТЗ		3.4. Трекер-комунікатор та OBD – сканер для моніторингу параметрів стану ТЗ		
	4. Оснащення ЕБУ і базовими датчиками	4.1. Двигун ТЗ оснащений ЕБУ і базовими датчиками			4.2. Двигун ТЗ оснащений ЕБУ і базовими датчиками				
	5. Оснащення ТЗ засобами контролю витрати палива	5.1. Контроль витрати палива із застосуванням бортових систем контролю (через CAN-шину)		5.2. Контроль витрати палива за допомогою датчика рівня палива (ДРП)	5.3. Контроль витрати палива за допомогою витратоміра-лічильника		5.4. Контроль витрати палива за допомогою засобів вимірювання маси палива		
Оснащення інфраструктури засобами для забезпечення оперативного контролю і забезпечення паливної економічності	6. Умови експлуатації ТЗ в ITS	6.1. Відслідковування дорожніх умов	6.2. Відслідковування транспортних умов	6.3. Відслідковування атмосферно-кліматичних умов	6.4. Відслідковування культури експлуатації	6.5. Відслідковування дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ		6.6. Не відслідковування умов експлуатації ТЗ	
	7. Використання інформації від інфраструктури і додаткового ПЗ	7.1. Використання інформації від транспортної інфраструктури		7.2. Використання інформації автомобільних доріг	7.3. Спільне використання інформації від транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг		7.4. Не використання інформації транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг		
	8. Наявність інформаційних і комунікаційних технологій для забезпечення функціонування учасників руху (ТЗ)		8.1. Інформаційні і комунікаційні технології для забезпечення функціонування учасників руху (ТЗ) відсутні			8.2. Технологія I2V	8.3. Технологія I2P	8.4. Технологія I2X	8.5. Комбінований варіант
	9. Умови експлуатації ТЗ в ITS	9.1. Моніторинг дорожніх умов	9.2. Моніторинг транспортних умов	9.3. Моніторинг атмосферно-кліматичних умов	9.4. Моніторинг культури експлуатації	9.5. Моніторинг дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ		9.6. Не виконання моніторингу умов експлуатації ТЗ	
	10. Стан операторів системи	10.1. Щоденний одноразовий медичний контроль	10.2. Система контролю пульсу операторів	10.3. Система контролю тиску операторів	10.4. Система контролю стресу операторів	10.5. Система контролю втомленості операторів			

	11. Режими роботи (взаємодії) операторів системи	11.1. Робота на основі кінцевих звітів (Off-line)	11.2. Взаємодія за допомогою засобів мобільного/радіо зв'язку	11.3. Взаємодія в умовах інформаційної системи диспетчерського управління (on-line)	11.4. Взаємодія в умовах інформаційно-аналітичної керуючої системи (ITS)
--	--	---	---	---	--

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для формування основної морфологічної формули інформаційної системи оперативного нормування показників і контролю витрати палива вантажними транспортними засобами категорії N3 в системі дослідження були виділені окремі характерні для неї основні характеристики функціональних елементів. Їх прийнято називати – морфологічні ознаки. За кожною з них було попередньо складено максимально повний перелік (на думку авторів) різноманітних відповідних варіантів (альтернатив) технічного виразу наведених вище ознак. Для кожної з 11 морфологічних ознак були обрані і наведені характерні властивості: класифікацій, оснащення інфраструктури, від яких залежить вирішення задачі дослідження особливостей, комплектація ТЗ (автомобіля) і досягнення головної мети функціонування досліджуваної в умовах експлуатації системи.

Так, схема елементів системної взаємодії вантажного ТЗ DAF XF 105.460 з інфраструктурою за морфологічними ознаками з урахуванням параметрів впливу основних факторів (у формульному вигляді):



Тобто це ТЗ, повна маса якого складає від 20,0 до 40,0 т в базовому варіанті ($X_{1.6}$) або більше 40,0 т у варіаційному варіанті ($X_{1.7}$), оснащений OBD-розніманням ТЗ ($X_{2.1}$), обладнаний трекером-комунікатором та OBD-сканером для моніторингу параметрів стану ТЗ ($X_{3.4}$) та варіативно – окремо трекером-комунікатором ($X_{3.2}$) або OBD-сканером ($X_{3.3}$), з двигуном оснащеним штатними датчиками і ЕБУ ($X_{4.1}$), оснащений датчиком рівня палива (ДРП) ($X_{5.2}$) та можливістю оснащення засобами контролю витрати палива із застосуванням бортових систем контролю (через CAN-шину) ($X_{5.1}$), із залученням засобів інфраструктури, а саме: моніторингу дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ ($X_{6.5}$) з можливістю здійснення окремого моніторингу дорожніх умов ($X_{6.1}$), транспортних умов ($X_{6.2}$), атмосферно-кліматичних умов ($X_{6.3}$) та культури експлуатації ($X_{6.4}$), спільного використання інформації від транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг ($X_{7.3}$) або використання інформації тільки від транспортної інфраструктури ($X_{7.1}$), тільки від інфраструктури автомобільних доріг ($X_{7.2}$), без використання інформації транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг ($X_{7.4}$), з наявністю інформаційних і комунікаційних технологій для забезпечення функціонування учасників руху (ТЗ) на базі технології I2V ($X_{8.2}$) або комбінованого варіанту застосування технологій ($X_{8.5}$), із застосуванням моніторингу дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов і культури експлуатації ТЗ ($X_{9.5}$) або окремо моніторингу дорожніх умов ($X_{9.1}$), моніторингу транспортних умов ($X_{9.2}$), моніторингу атмосферно-кліматичних умов ($X_{9.3}$), із застосуванням щозмінного одноразового медичного контролю ($X_{10.1}$), системи контролю пульсу операторів ($X_{10.2}$), системи контролю тиску операторів ($X_{10.3}$), системи контролю стресу операторів ($X_{10.4}$), системи контролю втоменості операторів ($X_{10.5}$), із взаємодією операторів системи в умовах інформаційно-аналітичної керуючої системи (ITS) ($X_{11.4}$), або роботою на

основі кінцевих звітів (off-line) ($X_{11.1}$), взаємодією за допомогою засобів мобільного/радіо зв'язку ($X_{11.2}$), взаємодією в умовах інформаційної системи диспетчерського управління (on-line) ($X_{11.3}$).

Для об'єднання морфологічних формул дослідних варіантів формуються окремі схеми усіх ознак відповідно до конкретного варіанту із властивими ним показниками. Метод дослідження, що базується на морфології об'єктів, дозволяє системно аналізувати різноманітні структури, що походять із закономірностей їх побудови. Кількість можливих схем системної взаємодії транспортних засобів з інфраструктурою у випадку використання даної морфологічної матриці складає:

$$N = 7 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 = 6451200 \text{ варіантів(2)}$$

Завдяки розглянутому підходу з'явилась можливість системного дослідження усіх можливих схем взаємодії ТЗ з інфраструктурою, в результаті чого враховується варіативність системи.

Особливості забезпечення нормування показників і паливної економічності транспортного засобу в умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Для вирішення поставлених завдань запропонована структурно-логічна схема (рис. 2.3) [2, 6 - 8] системного вирішення задач забезпечення нормування показників і паливної економічності транспортних засобів категорії N_3 .

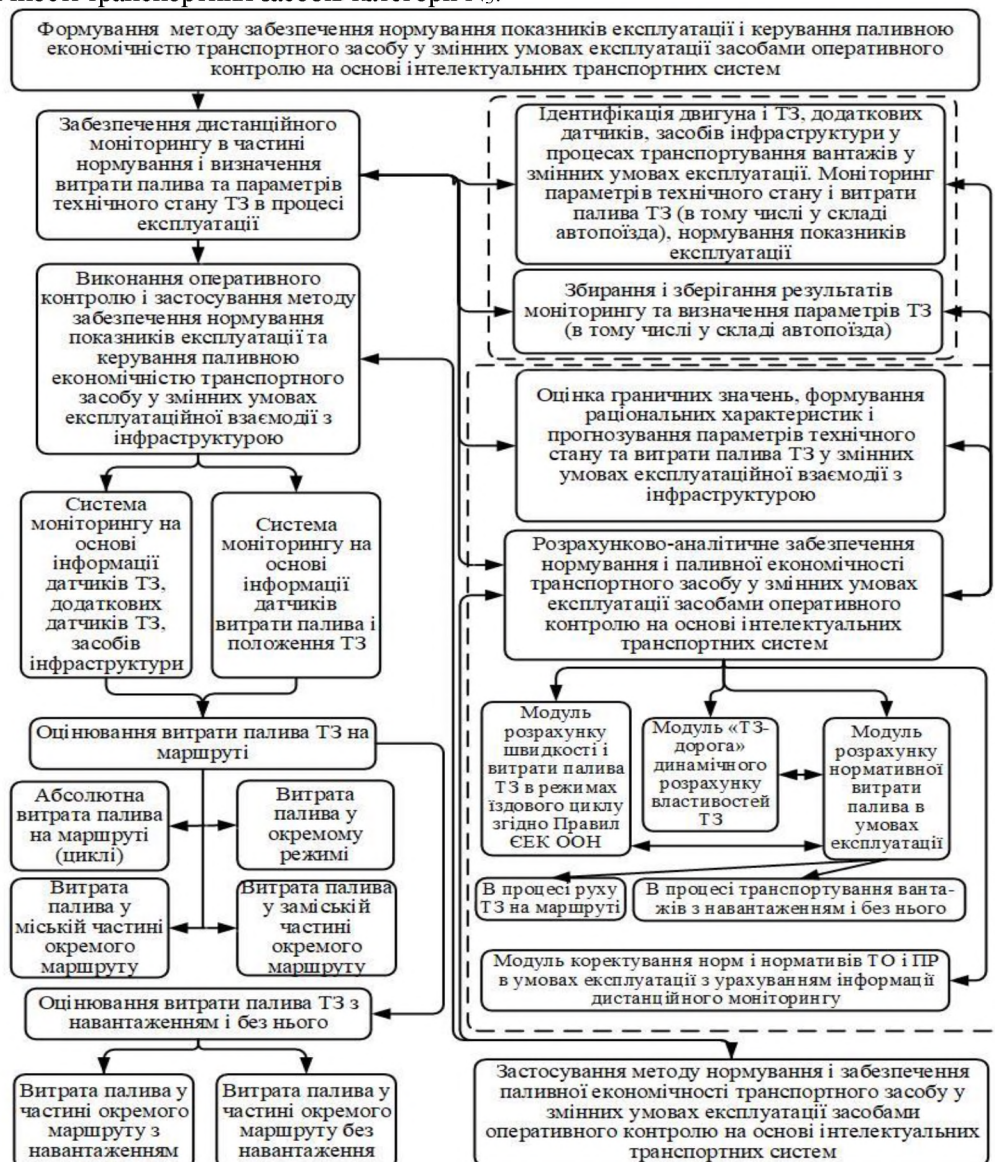


Рисунок 2.3 – Функціональна схема формування методу забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу категорії N_3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

Процеси вирішення поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної (рис. 2.3). Для нормування показників і підвищення паливної економічності транспортних засобів категорії N_3 і функціонування процесної та

аналітичної складових реалізується інформаційна, яка передбачає забезпечення ідентифікації двигуна і ТЗ, додаткових датчиків, засобів інфраструктури у процесах транспортування вантажів, моніторинг параметрів технічного стану і витрати палива транспортним двигуном і ТЗ у складі автопоїзда, збирання і зберігання отриманих результатів в умовах ITS [1-3, 6-14].

Розробка методу дослідження нормування показників і паливної економічності транспортних засобів у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Для дослідження та обґрунтування параметрів нормування і паливної економічності ТЗ категорії N₃ у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем був розроблений і запропонований метод забезпечення нормування показників і визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів категорії N₃ в умовах експлуатації (рис. 2.4).

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Особливість запропонованого методу полягає в тому, що він передбачає спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації вантажного ТЗ, про норми і нормативи, витрату палива, параметри технічного стану і швидкість.

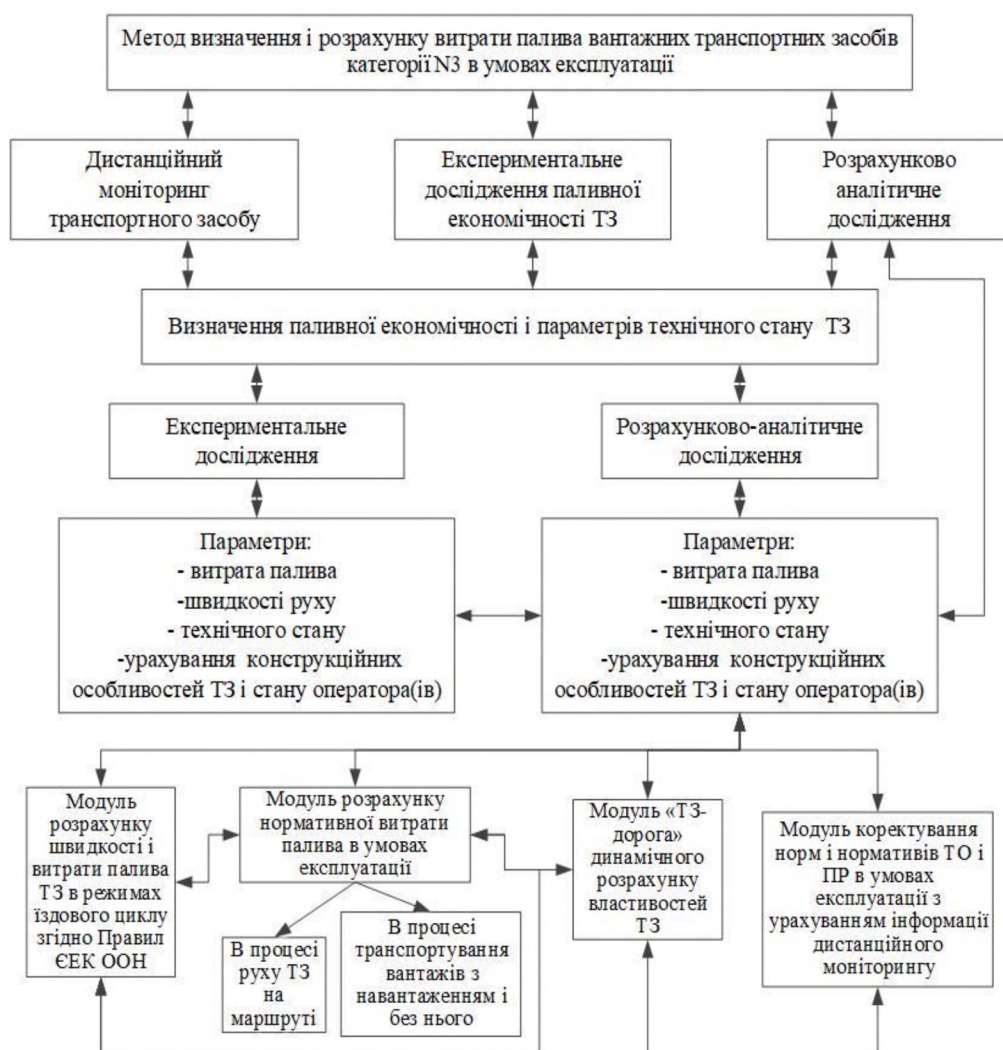


Рисунок 2.4 – Функціональна схема реалізації методу забезпечення нормування показників, визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів категорії N₃ в умовах експлуатації

Отримання інформації, забезпечення нормування показників і визначення параметрів паливної економічності в процесах експлуатації ТЗ категорії N₃ можливе в результаті дистанційного моніторингу витрати палива, параметрів технічного стану, результатів експериментального дослідження і результатів розрахунково-аналітичного дослідження на основі даних, отриманих з перших двох джерел і теоретичних положень.

Визначення, оцінювання, співставлення та аналіз показників нормування і параметрів витрати палива, швидкості руху, технічного стану, урахування конструктивних особливостей ТЗ і стану оператора в процесах експлуатації ТЗ категорії N_3 здійснюється на подальших етапах запропонованої методики. Особливість цього етапу розробленої методики полягає в наступному. Параметри і показники досліджуваного процесу, що неможливо визначити експериментально або засобами дистанційного моніторингу, можливо визначити засобами програмного забезпечення розрахунково-експериментального дослідження за адаптованими методиками та моделями до показників і особливостей ТЗ.

Для реалізації і функціонування методу визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів категорії N_3 в умовах експлуатації виникає необхідність у забезпеченні єдиних підходів для реалізації методу забезпечення нормування показників і паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації за допомогою оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (рис. 2.3) різними способами у відповідних модулях розрахунково-аналітичного забезпечення. Для цього у необхідно розробити алгоритм розрахунково-аналітичного забезпечення паливної економічності транспортного засобу категорії N_3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем, яка буде базуватися на основі положень [1-3, 6-14]. Вибір і оцінювання можливих схем варіантів забезпечення нормування показників і підвищення паливної економічності транспортних засобів у взаємодії з інфраструктурою здійснюється на основі показників, які виступають окремими критеріями паливовикористання.

Для розрахунків в частині розрахунково-аналітичної системи, враховуючи змінний характер процесів, приведена норма витрати палива на ділянці розраховувалась:

$$G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t) = \frac{((G_{\text{б.лін}}^{\text{норм}} + G_{\text{пр } j}^{\text{норм}}(t) \cdot m_{\text{пр } j}) \cdot S_{ij} + G_{\text{тр.роб } ij}^{\text{норм}}(t) \cdot m_{\text{вант } j} \cdot S_{\text{вант } ij}) \cdot (1 + 0,01 \cdot K_{Z ij}(t))}{100}, \quad (3)$$

де $G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)$ – приведена норма витрати палива для і-ї ділянки j-ї поїздки ТЗ, (л/100 км); $G_{\text{б.лін}}^{\text{норм}}$ – базова лінійна норма витрати палива ТЗ, (л/100 км); $G_{\text{пр } j}^{\text{норм}}(t)$ – норма витрати палива на одну тону маси спорядженого напівпричепа для j-ї поїздки, (л/100 т·км); $m_{\text{пр } j}$ – споряджена маса напівпричепа, (т); S_{ij} – довжина ділянки і для j-ї поїздки, (км); $G_{\text{тр.роб } ij}^{\text{норм}}(t)$ – норма палива на виконання транспортної роботи, (л/100 т·км); $m_{\text{вант } j}$ – маса вантажу, що транспортується ТЗ для j-ї поїздки, (т); $S_{\text{вант } ij}$ – відстань поїздки з вантажем на ділянці і j-ї поїздки, (км); $K_{Z ij}(t)$ – сумарний коригуючий коефіцієнт, що враховує умови експлуатації ТЗ для і-ї ділянки j-ї поїздки.

Враховуючи змінний характер процесів експлуатації ТЗ і, відповідно, витрати палива на ділянках, для оцінювання паливної економічності було запропоновано застосовувати коефіцієнт паливовикористання, що враховує режими руху ТЗ на ділянках маршруту $k_{\text{пв } ij}^{\text{р.р.}}(t)$ і коефіцієнт стійкої економії палива $k_{\text{ек.пал. } j}^{\text{ст.}}(t)$:

$$k_{\text{пв } ij}^{\text{р.р.}}(t) = 1 - \frac{G_{\Pi ij}^{\phi}(t)}{G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)}, \quad (4)$$

$$k_{\text{ек.пал. } j}^{\text{ст.}}(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\frac{\delta G_{\Pi ij}(t)}{G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)} \cdot 10}, \quad (5)$$

де $k_{\text{пв } ij}^{\text{р.р.}}(t)$ – коефіцієнт паливовикористання, що враховує режими руху ТЗ на і-й ділянці j-ї поїздки; $G_{\Pi ij}^{\phi}(t)$ – фактична витрата палива на ділянці маршруту на і-й ділянці j-ї поїздки; $G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)$ – нормативна витрата палива на і-й ділянці j-ї поїздки; $k_{\text{ек.пал. } j}^{\text{ст.}}(t)$ – коефіцієнт стійкої економії використання палива для j-ї поїздки; n – кількість ділянок j-ї поїздки; $\delta G_{\Pi ij}(t)$ – приведена економія палива для і-ї ділянки j-ї поїздки, л/100 км; $G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)$ – норма витрати палива для і-ї ділянки j-ї поїздки, л/100 км. j-ї поїздки, л/100 км; $G_{\Pi ij}^{\text{норм}}(t)$ – норма витрати палива для і-ї ділянки j-ї поїздки, л/100 км.

Застосування запропонованого методу при використанні розрахунково-аналітичного забезпечення системи з удосконаленими математичними моделями потрібно для дослідження нормування показників і паливної економічності на прикладі транспортного засобу категорії N_3 у змінних умовах експлуатації.

ВИСНОВКИ

Сформований загальний підхід до формування методу забезпечення нормування показників і паливної економічності ТЗ категорії N_3 у змінних умовах експлуатації засобами оперативного

контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Розглянуті основні складові забезпечення розробленого методу, серед них проведення морфологічного аналізу, створення структурно-логічної схеми системного вирішення задач забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю ТЗ і розробка безпосередньо методу дослідження і нормування показників та паливної економічності ТЗ у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Реалізацію запропонованого методу показана на прикладі ТЗ категорії N₃.

ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Волков В.П. Интеллектуальные системы управления работоспособностью автомобилей / В.П. Волков, В.П. Матейчик, И.В. Грицук [и др.]. – Харьков: Майдан, 2016. –503 с.
2. Грицук І.В. Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.20. Харків, 2016. 552 с.
3. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Гришук, М.П. Цюман. Київ : НТУ, 2014. 168 с.
4. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта. Изд. 2-е, перераб. и доп. Харьков : РИО ХГАДТУ, 1999. 468 с.
5. Скалозуб В.В., Ильман В.М. Прикладной системный анализ интеллектуальных систем транспорта : пособие. Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. 221 с.
6. Одрин В.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических матриц. Киев : Наукова думка, 1977. 183 с.
7. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів: монографія / В.П. Волков, та ін. ; під ред. В.П. Волкова. Харків : Вид-во Панов А.М., 2018. 298 с.
8. Грицук І. В., Волков В. П., Український С. О., Володарець М. В., Макарова Т. В., Рижова В. Ю. Особливості забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу в умовах експлуатації // Вісник машинобудування та транспорту / Вінницький національний технічний університет. Вінниця. ВНТУ, 2022. Вип. №1(15). С. 52-59
9. Матейчик В.П., Цюман М.П. Дослідження впливу регулювальних параметрів на паливну економічність і екологічні показники бензинового двигуна з системою нейтралізації відпрацьованих газів // *Наукові нотатки : міжвуз. зб.* Луцьк, 2010. № 28. С. 331–335.
10. Особливості застосування методів визначення і оцінювання показників оптимального температурного стану двигуна і транспортного засобу в умовах експлуатації / В.П. Матейчик, В.П. Волков, І.В. Грицук, М.П. Цюман // *Управління проектами, системний аналіз і логістика.* 2015. Вип. 15, ч. 1. С. 108–118.
11. Особливості моделі для дослідження паливної економічності та екологічних показників транспортного засобу з урахуванням прогріву в процесі руху / В.П. Матейчик та ін. // *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту.* 2014. № 4 (2). С. 14–20.
12. Особливості алгоритму дослідження паливної економічності та екологічних показників транспортного засобу з урахуванням прогріву в процесі руху / В.П. Матейчик та ін. // *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології : електронне наукове фахове видання /* Харьк. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків : ХНАДУ, 2015. Вип. № 8. С. 31-38.
13. Матейчик В.П., Цюман М.П. Дослідження впливу регулювальних параметрів на паливну економічність і екологічні показники бензинового двигуна з системою нейтралізації відпрацьованих газів // *Наукові нотатки.* Луцьк, 2010. № 28. С. 331–335.
14. Грицук І.В., Кривопусков А.В., Гриценко Д.О. До питання вибору і обґрунтування типу випробувального їздового циклу для дослідження показників токсичності відпрацьованих газів двигунів // *Зб. наук. пр. ДонІЗТ.* Донецьк, 2009. № 17. С. 106–119.

REFERENCES

1. Volkov V.P. Intellektualnyie sistemyi upravleniya rabotosposobnostyu avtomobiley / V.P. Volkov, V.P. Mateychik, I.V. Gritsuk [i dr.]. – Harkov: Maydan, 2016. –503 s.
2. Gritsuk I.V. Konceptsiya zabezpechennya optimal'nogo temperaturnogo stanu dviguniv i transportnih zasobiv v umovah ekspluatatsii : dis. ... d-ra tekhn. nauk : 05.22.20. Harkiv, 2016. 552 s.
3. Metodi sistemnogo analizu vlastivostej avtomobil'noi tekhniki: navch. posib. / M.F. Dmitrichenko, V.P. Matejchik, O.K. Grishchuk, M.P. Syuman. Kiev : NTU, 2014. 168 s.

4. Govorushchenko N.YA., Turenko A.N. Sistemotekhnika transporta. Izd. 2-e, pererab. i dop. Har'kov : RIO HGADTU, 1999. 468 s.
5. Skalozub V.V., Il'man V.M. Prikladnoj sistemnyj analiz intellektual'nyh sistem transporta : posobie. Dnepropetrovsk : Izd-vo Dnepropetr. nac. un-ta zh.-d. transp. im. akad. V. Lazaryana, 2013. 221 s.
6. Odrin V.M., Kartavov S.S. Morfologicheskij analiz sistem. Postroenie morfologicheskikh matric. Kiev : Naukova dumka, 1977. 183 s.
7. Informacijni sistemi monitoringu tekhnichnogo stanu avtomobiliv: monografiya / V.P. Volkov, ta in. ; pid red. V.P. Volkova. Harkiv : Vid-vo Panov A.M., 2018. 298 s.
8. Gritsuk I. V., Volkov V. P., Ukrain'skij S. O., Volodarec' M. V., Makarova T. V., Rizhova V. YU. Osoblivosti zabezpechennya normuvannya pokaznikov i keruvannya palivnoyu ekonomichnistyu transportnogo zasobu v umovah ekspluatacii // Visnik mashinobuduvannya ta transportu / Vinnic'kij nacional'nij tekhnichnij universitet. Vinicya. VNTU, 2022. Vip. №1(15). S. 52-599.
10. Osoblivosti zastosuvannya metodiv viznachennya i ocinyuvannya pokaznikov optimal'nogo temperaturnogo stanu dviguna i transportnogo zasobu v umovah ekspluatacii / V.P. Matejchik, V.P. Volkov, I.V. Gritsuk, M.P. Cyuman // Upravlinnya proektami, sistemnij analiz i logistika. 2015. Vip. 15, ch. 1. S. 108–118.
11. Osoblivosti modeli dlya doslidzhennya palivnoi ekonomichnosti ta ekologichnih pokaznikov transportnogo zasobu z urahuvannyam progrivu v procesi ruhu / V.P. Matejchik ta in. // Visnik Donec'koi akademii avtomobil'nogo transportu. 2014. № 4 (2). S. 14–20.
12. Osoblivosti algoritmu doslidzhennya palivnoi ekonomichnosti ta ekologichnih pokaznikov transportnogo zasobu z urahuvannyam progrivu v procesi ruhu / V.P. Matejchik ta in. // Avtomobil' i elektronika. Suchasni tekhnologii : elektronne naukovе fahove vidannya / Har'k. nac. avtomob.-dor. un-t. Harkiv : HNADU, 2015. Vip. № 8. С. 31-38.13.
13. Matejchik V.P., Cyuman M.P. Doslidzhennya vplivu regulyuval'nih parametriv na palivnu ekonomichnist' i ekologichni pokazniki benzinovogo dviguna z sistemoyu nejtralizacii vidprac'ovanih gaziv // Naukovi notatki. Luc'k, 2010. № 28. S. 331–335.
14. Gritsuk I.V., Krivopuskov A.V., Gricenko D.O. Do pitannya vioru i obruntuvannya tipu viprobuval'nogo izdovogo ciklu dlya doslidzhennya pokaznikov toksichnosti vidprac'ovanih gaziv dviguniv // Zb. nauk. pr. DonIZT. Donec'k, 2009. № 17. S. 106–119.

Gritsuk I, Volkov V, Majak M., Ukrain'skyi Ye., Volodarets M., Volkova T., Ryzhova V. Formation of the Method of ensuring the Rating of indicators and management of the Fuel economy of the Vehicle in variable operating conditions

The article considers the modern approach to the formation of the method of ensuring the rationing of indicators and control of fuel economy of the vehicle in variable operating conditions. The study was conducted on the basis of a systems approach. The system approach to theoretical research was based on the following methods and provisions from car theory, car engine theory, methods of theoretical research of car dynamics, calculation of standard fuel consumption, methods of morphological analysis, set theory, mathematical statistics, information theory and more. Experimental research, according to the system approach, was performed using methods of experimental planning and statistical processing of the results, based on the theory of errors and uncertainties of measurements, road tests of vehicles in operation.

The aim of the work is to develop a modern method and means of its implementation, which allows remote rationing of indicators and control of fuel economy of the vehicle in variable operating conditions.

The general approach to formation of a method of maintenance of standardization of indicators and fuel economy of the vehicle of a category in variable conditions of operation by means of operative control on the basis of intelligent transport systems is offered. The main components of the developed method are considered, including morphological analysis, creation of structural and logical scheme of system solution of problems of standardization of indicators and management of fuel economy of vehicles and development of direct method of research and standardization of indicators and fuel efficiency of vehicles in variable operating conditions. intelligent transport systems. The implementation of the proposed method is shown on the example of vehicles of category N3.

In the end, it was concluded that the general approach to the formation of the method of standardization of performance and fuel economy of the vehicle category in variable operating conditions is well implemented by means of operational control based on intelligent transport systems.

Keywords: vehicle, rationing, indicator, fuel consumption, speed, operating conditions, monitoring

ГРИЦУК Ігор Валерійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних систем, Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

ВОЛКОВ Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: volf-949@ukr.net

МАЯК Микола Михайлович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ Євген Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобільного транспорту, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», e-mail: e.a.ukrainskyi@gmail.com

ВОЛОДАРЕЦЬ Микита Віталійович, кандидат технічних наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», e-mail: volodarets.nikita@yandex.ru

ВОЛКОВА Тетяна Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: wolf949@ukr.net

РИЖОВА Вікторія Юріївна, старший викладач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Міжнародний технологічний університет "Миколаївська політехніка", E-mail: ryzhovavu@gmail.com

Igor GRITSUK, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Operation of Ship Power Systems, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Vladimir VOLKOV, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical operation and service of cars, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, e-mail: volf-949@ukr.net

Mykola MAIAK, Doctor of Sciences, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

Yeugene UKRAINSKYI Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Department of Road Transport, Azov State Technical University, E-mail: e.a.ukrainskyi@gmail.com

Nikita VOLODARETS, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Azov State Technical University, E-mail: volodarets.nikita@yandex.ru

Tetiana VOLKOVA, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of Department Transport Technology, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, e-mail: wolf949@ukr.net

Victoria RYZHOVA, Art. Lecturer of the Department "Cars and Automotive Industry", International Technological University "Nikolaev Polytechnic", E-mail: ryzhovavu@gmail.com

DOI 10.36910/automash.v1i18.760